

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) **RU** **2 606 678** ⁽¹¹⁾ ⁽¹³⁾ **C2**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(51) МПК

[F27B 17/02 \(2006.01\)](#)[G01N 11/16 \(2006.01\)](#)**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**Статус: прекратил действие, но может быть восстановлен (последнее изменение статуса:
29.01.2018)(21)(22) Заявка: [2015111783](#), 31.03.2015(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
31.03.2015

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 31.03.2015

(43) Дата публикации заявки: 27.10.2016 Бюл. №
[30](#)(45) Опубликовано: [10.01.2017](#) Бюл. № [1](#)(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: Журнал "Заводская лаборатория.
Диагностика материалов", N2, Том 69,
г.Екатеринбург, УГТУ-УПИ, 2003, с.35-37.
RU 2366925 C1, 10.09.2009. RU 69249 U1,
10.12.2007. JPS 56122933 A, 26.09.1981. DE
102005052230 B4, 15.01.2009.

Адрес для переписки:

620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19,
УрФУ, Центр интеллектуальной
собственности, Маркс Т.В.

(72) Автор(ы):

**Вьюхин Владимир Викторович (RU),
Цепелев Владимир Степанович (RU),
Поводатор Аркадий Моисеевич (RU),
Конашков Виктор Васильевич (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

**Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего
образования "Уральский федеральный
университет имени первого Президента
России Б.Н. Ельцина" (RU)****(54) Установка для определения физических параметров высокотемпературного металлического
расплава фотометрическим методом в вертикальной вакуумной электропечи**

(57) Реферат:

Изобретение относится к области физики и металлургии, а именно к устройствам, используемым в исследовательских и лабораторных работах для измерения физических параметров расплавов. Предлагаемая установка, содержащая подвесную систему в виде упругой нихромовой нити, на которой подвешены неметаллическая втулка, отражающее световой луч зеркало, тигель с образцом расплава, находящийся коаксиально в контейнере, который прикреплен керамическим штифтом к керамическому штоку, соединенному с неметаллической втулкой, и тепловой экран для защиты от перегрева неметаллической втулки, согласно изобретению снабжена зафиксированным относительно неметаллической втулки посредством трех керамических штифтов неметаллическим фиксирующим узлом, выполненным в виде коробчатой формы из четырех попарно параллельных прямоугольных пластин, каждая из которых имеет две прорези для их взаимной фиксации и отверстия для установки перпендикулярно пластинам упомянутых керамических штифтов, при этом

каждая из упомянутых пластин выполнена с возможностью соприкосновения с неметаллической втулкой по непрерывной прямой линии для обеспечения минимального теплового контакта упомянутой втулки и упомянутого узла. Изобретение предназначено для бесконтактного измерения физических параметров образцов металлических сплавов, например, на основе железа, кобальта и никеля, фотометрическим методом на основе измерения крутильных колебаний тигля с расплавом в вертикальной вакуумной электропечи, при этом возрастает возможность осуществления экспериментов без их срыва, а также достоверность и точность полученных результатов при определении кинематической вязкости и электросопротивления металлических расплавов. 3 ил.

Предлагаемое изобретение относится к физике и металлургии, а именно к устройствам, используемым в исследовательских и лабораторных работах, и применяется для измерения физических параметров расплавов. Устройство предназначено для бесконтактного измерения кинематической вязкости и/или электросопротивления образцов металлических сплавов, находящихся в тигле преимущественно высокотемпературных, например на основе Fe, Co, Ni, фотометрическим методом на основе измерения крутильных колебаний тигля с расплавом в вертикальной вакуумной электропечи.

Определение параметров образцов металлических расплавов в объеме нескольких см³ позволяет демонстрировать их структурно-чувствительные характеристики, проводить прогностический анализ и давать рекомендации для получения сплавов с заданными характеристиками. Для высокотемпературных (до 2000°C) исследований металлических расплавов используют немногие методы и устройства для их реализации. В частности, используют нестационарный бесконтактный фотометрический (на базе измерения траектории отраженного от зеркала светового луча - «зайчика») метод и устройства для его осуществления при определении кинематической вязкости и/или электросопротивления посредством изучения параметров крутильных колебаний упругой нити с коаксиально подвешенным на ней внутри электронагревателя тиглем с образцом сплава. Базой для использования упругой подвески, являющейся одним из основных элементов подвесной системы измерительной установки для изучения зависимости параметров от температуры, является линейная связь угла закручивания этой подвески $\phi \leq 10 \div 15$ градусов с параметрами изучаемых образцов. Он коаксиально подвешен на конце этой подвески, посредством неметаллической втулки и керамического штока в электропечи. Неметаллическая втулка, например текстолитовая, ограничивает передачу тепла от керамического штока, выполненного, например, из окиси бериллия BeO, на металлическую нить, чтобы уменьшить тепловое изменение ее геометрии, прежде всего изгиба или длины во время эксперимента. Коэффициент теплопроводности текстолита 0,244 Вт/м*град - см. <http://www.oglib.ru/tabl/table7.html>. Для керамического штока из BeO коэффициент теплопроводности составляет около 209 Вт/м*град - см. http://gruzdoff.ru/wiki/Оксид_бериллия. По теплопроводности BeO занимает следующее место после таких металлов, как золото, серебро и медь, например, 348 Вт/м*град для меди. Таким образом, различие коэффициентов теплопроводности керамического штока и неметаллической втулки составляет почти 1000-кратное, что позволяет считать неметаллическую втулку теплоизолятором.

Одно из необходимых условий проведения подобных экспериментов - высокая однородность температурного поля в рабочей части электропечи - см. С.И. Филиппов и др. «Физико-химические методы исследования металлургических процессов», М., Металлургия, 1968, с. 249. Для осуществления этого требования используют различные способы реализации коаксиальности тигля и электронагревателя, даже такие неудобные, как, например, тяжелый (до 1,5 кг) противовес под тиглем - см. вышеуказанное С.И. Филиппов и др. ... с. 254-255, рис. 107.

Известно устройство для бесконтактного измерения вязкости высокотемпературных металлических расплавов - см. патент на полезную модель РФ №69249 - аналог, содержащее вертикальную электропечь, вискозиметрический модуль в вакуумируемой и водоохлаждаемой цилиндрической камере, вдоль оси которой в зоне нагрева цилиндрического электронагревателя размещена подвесная система с цилиндрическим тиглем, блок закручивания подвесной системы на заданный угол для запуска крутильных колебаний, зеркало, источник света, фотоприемное устройство, компьютер.

Известны устройство, содержащее закрепленную на капитальной стене электропечь, узел крепления электропечи к этой стене, узел фиксации подвески, содержащий подвешенный в зоне нагрева электропечи на упругой нити тигель с

расплавом. Конструктивно электропечь состоит из двух частей разного диаметра общей высотой около 1 м, в нижней части - вакуумируемой и водоохлаждаемой цилиндрической камере в зоне нагрева электронагревателя (диаметром 50 мм и длиной 200 мм) этой электропечи размещен на упругой подвеске тигель диаметром $10\div 20$ мм, содержащий металлический расплав, с общей длиной подвесной системы $600\div 800$ мм. Верхняя трубчатая часть электропечи меньшего диаметра, через которую производится загрузка тигля в вышеуказанную цилиндрическую камеру, сквозь которую проходит упругая проволоочная подвеска с закрепленным над неметаллической втулкой зеркалом, соединена сваркой с нижней частью электропечи. Сверху этой трубчатой части находится узел крепления электропечи, который служит для загрузки подвесной системы с тиглем - см. С.И. Филиппов и др. «Физико-химические методы исследования металлургических процессов», М., Металлургия, 1968, с. 250-251, рис. 105 - аналог. Одним из условий измерений является коаксиальное размещение тигля в центре низкоградиентной тепловой зоны электронагревателя без соприкосновений с его стенками. Процедуру загрузки и коррекции положения подвесной системы производят перед каждым экспериментом, при помощи визуального наблюдения через верхнюю трубчатую часть электропечи меньшего диаметра, около $30\div 50$ мм, через верхний узел крепления электропечи, что требует высокой квалификации экспериментатора и занимает до 1 часа времени.

Известно входящее в состав измерительной установки устройство подвесной системы для вертикальной электропечи, содержащее упругую нихромовую нить, на которой подвешена неметаллическая, например, текстолитовая втулка, на которой закреплено отражающее зеркало, тигель с образцом, находящимся коаксиально в контейнере, прикрепленном керамическим штифтом к керамическому штоку, соединенному с неметаллической втулкой - см. Г.В. Тягунов и др. «Измерение удельного электросопротивления методом вращающегося магнитного поля», журн. «Заводская лаборатория. Диагностика материалов», 2003, №2, том 69, с. 35-37 - прототип. Неметаллическая втулка, например текстолитовая, требуется в соответствии с методикой измерений характеристик металлических расплавов. При этом ее конструкция должна обеспечить возможность ее изготовления в течение $1\div 2$ часов и текущей механической обработки и подгонки размеров персоналом с невысокой квалификацией, например, студентами, для проведения нового эксперимента в этот же день, а также быстрой замены этой втулки в случае теплового разрушения или появления некоаксиальности всей подвесной системы из-за этой втулки вследствие ее перегрева. Со стороны зоны нагрева, т.е. цилиндрического нагревателя электропечи, втулка защищена от теплопередачи посредством излучения с помощью дискового теплового экрана, выполненного в виде круглой неметаллической, например текстолитовой, шайбы. Однако из-за нагрева этой втулки вплоть до 300°C , обусловленного высокой теплопроводностью керамического штока из окиси бериллия, данная защита недостаточно эффективна.

Недостатком как аналогов, так и прототипа является нагрев упругой нихромовой нити и возможность ее непредсказуемой тепловой деформации, а также перегрев, вплоть до нарушения коаксиальности либо непредсказуемого разрушения, неметаллической втулки, размещенной между упругой нихромовой нитью и керамическим штоком. Может потребоваться замена этой втулки вследствие сокращения срока ее службы, либо осуществление трудоемкой коррекции ее размещения, в частности, для реализации вышеуказанного требования однородности температурного поля в рабочей зоне электропечи. Иногда при этом не обеспечено гарантированного отсутствия касания тигля с электронагревателем. Отсюда, возможен срыв эксперимента, не обеспечена его предсказуемость, а дополнительный длительный ненормированный процесс подгонки положения тигля внутри электронагревателя, который требует высокой квалификации экспериментатора, не позволяет упростить и/или ускорить начало эксперимента. Кроме того, отсутствует возможность самостоятельного проведения экспериментов персоналом невысокой квалификации, например студентами. В конечном итоге, не обеспечены предсказуемость и непрерывность экспериментов, отсутствие их срыва, равномерность нагрева образца расплава, достоверность и точность полученных результатов при определении кинематической вязкости и/или электросопротивления преимущественно высокотемпературных металлических расплавов.

Задачей предлагаемого устройства является обеспечение уменьшения нагрева упругой нихромовой нити и неметаллической втулки, размещенной между упругой нихромовой нитью и керамическим штоком, увеличение срока службы этой втулки, обеспечение возможности осуществления экспериментов без их срыва и равномерность нагрева образца расплава, увеличение достоверности и точности полученных результатов определения кинематической вязкости и/или

электросопротивления преимущественно высокотемпературных металлических расплавов.

Для решения поставленной задачи предлагается устройство подвесной системы для вертикальной электропечи.

Устройство подвесной системы для вертикальной электропечи, содержащее упругую, например нихромовую нить, на которой подвешена неметаллическая, например, текстолитовая втулка, на которой закреплены зеркало, тигель с образцом, находящийся коаксиально в контейнере, прикрепленном первым керамическим штифтом к керамическому штоку, соединенному с неметаллической втулкой, отличающееся тем, что в него введены второй, третий и четвертый керамических штифты, неметаллический фиксирующий узел, имеющий преимущественно прямоугольную коробчатую форму из четырех попарно параллельных прямоугольных пластин, внутри которого помещена неметаллическая втулка, второй, третий и четвертый керамических штифты расположены преимущественно перпендикулярно четырем попарно параллельным прямоугольным пластинам фиксирующего узла, неметаллический фиксирующий узел и неметаллическая втулка соединены посредством вышеуказанных штифтов, каждая из вышеуказанных параллельных прямоугольных пластин выполнена соприкасающейся с неметаллической втулкой, преимущественно по единственной непрерывной прямой линии, вышеуказанные пластины фиксирующего узла содержат по две взаимно фиксирующие прорези каждая.

Техническим результатом предлагаемого технического решения является увеличение срока службы устройства подвесной системы для вертикальной электропечи, уменьшение обусловленных нагревом тепловых деформаций упругой, например вольфрамовой или нихромовой, нити, обеспечение сохранности коаксиальности тигля с расплавом и цилиндрического нагревателя электропечи, обеспечение таким образом однородности температурного поля в рабочей части электропечи и равномерности нагрева расплава, уменьшение вероятности непредсказуемого срыва экспериментов, обеспечение возможности самостоятельного проведения экспериментов персоналом невысокой квалификации, например, студентами. В конечном итоге, возрастает возможность осуществления экспериментов без их срыва, а также достоверность и точность полученных результатов при определении кинематической вязкости и электросопротивления металлических расплавов.

Предлагаемое устройство поясняется чертежами:

Фиг. 1. Основные элементы устройства подвесной системы;

Фиг. 2. Устройство подвесной системы в сборе;

Фиг. 3. Поврежденные из-за перегрева образцы неметаллической втулки.

Устройство подвесной системы содержит керамический шток 1, тепловой экран 2, неметаллическую втулку 3, второй 4, третий 5 и четвертый 6 керамические штифты, неметаллический фиксирующий узел 7.

Устройство выполнено на следующих элементах: керамический шток 1 выполнен в виде трубки из окиси бериллия, тепловой экран 2 выполнен в виде текстолитового диска, неметаллическая втулка 3 выполнена из текстолита или стеклотекстолита или фторопласта, второй 4, третий 5 и четвертый 6 одинаковые керамические штифты выполнены из окиси бериллия, неметаллический фиксирующий узел 7, имеющий преимущественно прямоугольную коробчатую форму, выполнен из стеклотекстолита в виде четырех попарно параллельных прямоугольных пластин 8. Он содержит отверстия, в которые вставлены вышеотмеченные штифты 4, 5, 6. Каждая из вышеуказанных прямоугольных пластин 8 выполнена из стеклотекстолита и содержит по две взаимно фиксирующие прорези 9, ширина каждой из которых равна толщине пластины 8. Каждая из прямоугольных пластин 8 соприкасается с неметаллической втулкой 3 преимущественно по единственной непрерывной прямой линии, что обеспечивает минимальный тепловой контакт втулки 3 и неметаллического фиксирующего узлом 7 при механическом контакте между ними. Основные элементы устройства подвесной системы приведены на фиг. 1, а его внешний вид приведен на фиг. 2. Измерительный комплекс содержит, кроме описанного устройства, не показанные на чертежах управляющий компьютер, сварную цилиндрическую электропечь из нержавеющей стали, тигель из высокотемпературной бериллиевой керамики, подвешенный на упругой нихромовой нити - подвеске длиной 650 мм и диаметром около 0,1 мм, на которой закреплено зеркало напротив окна для прохождения светового луча, цилиндрический бифилярный нагреватель электропечи выполнен из листового молибдена толщиной 0,3 мм.

Внешний вид поврежденных из-за перегрева при высокотемпературных - до 1800°C экспериментах со сплавами на основе Fe, Co, Ni, в частности жаропрочных, и

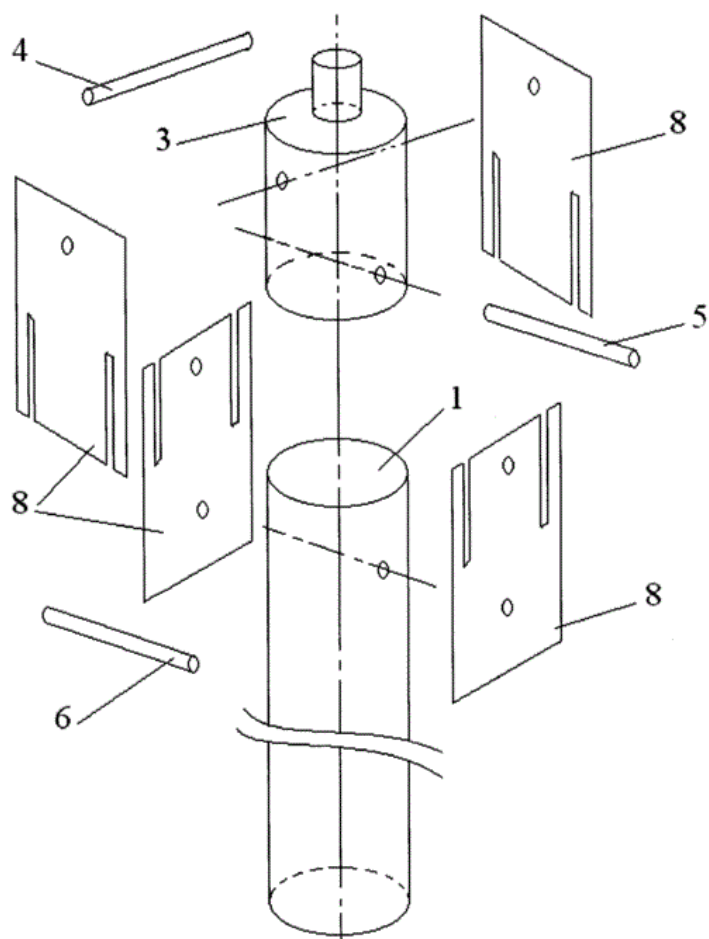
вследствие этого сорвавших эксперименты неметаллических втулок 3, выполненных из эбонита 10, фторопласта 11 и текстолита 12, которые были использованы ранее без неметаллического фиксирующего узла 7 приведен на фиг. 3.

Предложенное техническое решение, содержащее вышеуказанные совокупности ограничительных и отличительных признаков, не выявлено в известном уровне техники, что, при достижении вышеописанного технического результата, позволяет считать предложенное техническое решение имеющим изобретательский уровень.

Формула изобретения

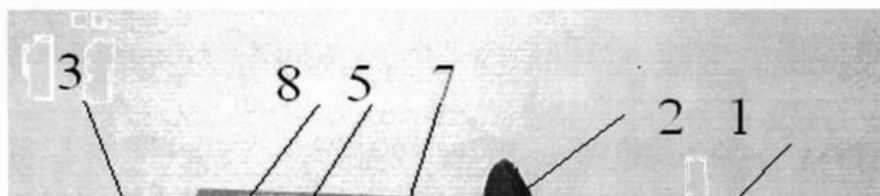
Установка для определения физических параметров высокотемпературного металлического расплава фотометрическим методом в вертикальной вакуумной электропечи, содержащая подвесную систему в виде упругой нихромовой нити, на которой подвешены неметаллическая втулка, отражающее световой луч зеркало, тигель с образцом расплава, находящийся коаксиально в контейнере, который прикреплен керамическим штифтом к керамическому штоку, соединенному с неметаллической втулкой, и тепловой экран для защиты от перегрева неметаллической втулки, отличающаяся тем, что она снабжена зафиксированным относительно неметаллической втулки посредством трех керамических штифтов неметаллическим фиксирующим узлом, выполненным коробчатой формы из четырех попарно параллельных прямоугольных пластин, каждая из которых имеет две прорези для их взаимной фиксации и отверстия для установки перпендикулярно пластинам упомянутых керамических штифтов, при этом каждая из упомянутых пластин выполнена с возможностью соприкосновения с неметаллической втулкой по непрерывной прямой линии для обеспечения минимального теплового контакта упомянутой втулки и упомянутого узла.

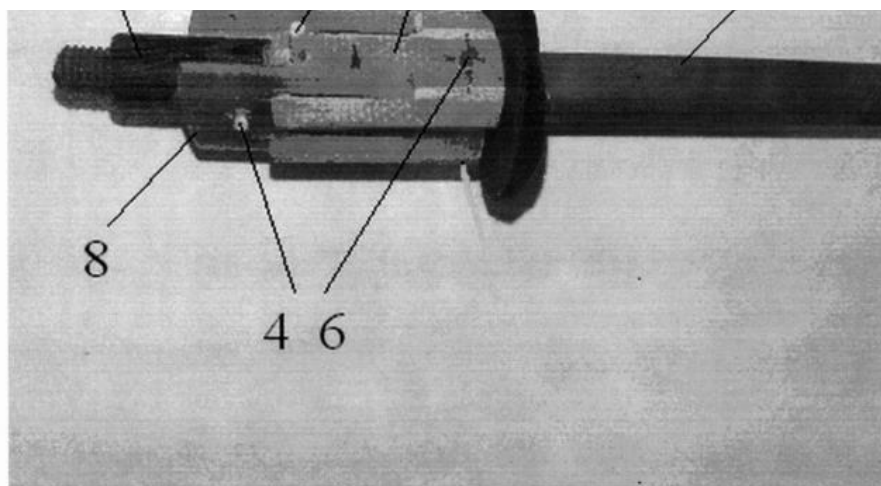
Устройство подвесной системы
для вертикальной электропечи



Фиг. 1

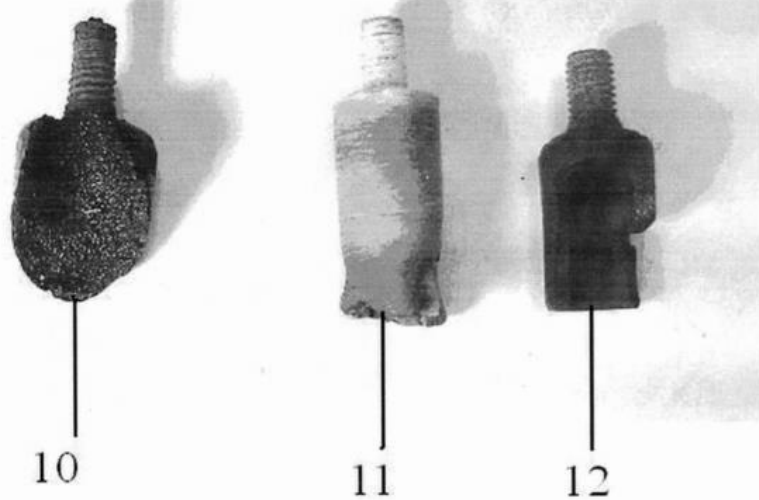
Устройство подвесной системы
для вертикальной электропечи





Фиг. 2

Устройство подвесной системы
для вертикальной электропечи



Фиг. 3

ИЗВЕЩЕНИЯ

ММ4А Досрочное прекращение действия патента из-за неуплаты в установленный срок пошлины за поддержание патента в силе

Дата прекращения действия патента: **01.04.2017**

Дата внесения записи в Государственный реестр: **23.01.2018**

Дата публикации: [23.01.2018](#)

